

Gräsel, Cornelia; Mandl, Heinz; Fischer, Martin; Gärtner, Roland
**Vergebliche Designermüh? Interaktionsangebote in problemorientierten
Computerlernprogrammen**

Unterrichtswissenschaft 22 (1994) 4, S. 312-333



Quellenangabe/ Reference:

Gräsel, Cornelia; Mandl, Heinz; Fischer, Martin; Gärtner, Roland: Vergebliche Designermüh? Interaktionsangebote in problemorientierten Computerlernprogrammen - In: Unterrichtswissenschaft 22 (1994) 4, S. 312-333 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-81581 - DOI: 10.25656/01:8158

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-81581>

<https://doi.org/10.25656/01:8158>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, veröffentlichen oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung
22. Jahrgang / 1994 / Heft 4

Thema:

Weiterbildungsforschung II: Instruktion und Medien

Verantwortlicher Herausgeber:
Peter Strittmatter

Peter Strittmatter:
Weiterbildungsforschung: Instruktion und Medien 290

Dieter Euler:
(Multi)Mediales Lernen – Theoretische Fundierungen
und Forschungsstand 291

Cornelia Gräsel, Heinz Mandl, Martin Fischer, Roland Gärtner:
Vergebliche Designerermüh?
Interaktionsangebote in problemorientierten
Computerlernprogrammen 312

Peter Strittmatter, Ulrike Hochscheid,
Karl Ludwig Jüngst, Dirk Mauel:
Kooperatives Lernen in multimedialer Lernumgebung 334

Ruth Bartels, Josef Burgard, Clemens Dietel, Jean Schweitzer:
Kooperatives Lernen:
Ein Anwendungsgebiet der Telekooperation 353

Allgemeiner Teil

Astrid Kaiser:
Interaktionen zwischen Jungen und Mädchen im Hochland
der matrilinearen Minangkabau 364

Buchbesprechungen 377

Cornelia Gräsel, Heinz Mandl,
Martin Fischer & Roland Gärtner

Vergebliche Designerermü? Interaktionsangebote in problemorientierten Computerlernprogrammen

Wasted effort of instructional designers?
Interactive elements in computer-based
learning environments

Es wurde untersucht, inwieweit Lernende Interaktionsangebote in problemorientierten, multimedialen Computerlernprogrammen nutzen und ob die Nutzung dieser Interaktionsangebote zu anwendbarem Wissen führt. Auf der Grundlage konstruktivistischer Instruktionsansätze wurde das problemorientierte und multimediale Lernprogramm THYROIDEA entwickelt, das folgende Interaktionsangebote enthält: (1) Anregung zur Artikulation des Vorgehens bei der Fallbearbeitung, (2) Unterstützung der Lernenden durch einen Expertenkommentar, (3) Angebot von Coaching bei Schwierigkeiten und Fehlern. 34 Medizinstudenten aus dem siebten Semester bearbeiteten das Lernprogramm im Rahmen eines Kurses über Innere Medizin. Die Ergebnisse zeigen, daß die Interaktionsmöglichkeiten von den Lernenden in hohem Maß verwendet wurden. Allerdings schlug sich nur die Nutzung derjenigen Interaktionselemente auf den Erwerb anwendbaren Wissens nieder, die die Lernenden in einem hohen Ausmaß zu Eigenaktivität anregen. Die passive Rezeption der Expertenkommentare und die Antworten auf die geschlossenen Fragen im Lernprogramm hängen dagegen nicht mit dem Lernerfolg zusammen.

The present study investigates, whether interactive elements in computer-based learning environments are used and if their use contributes to the acquisition applicable knowledge. New constructivistic theories of instruction propose interactive elements of computer-based learning programs that foster learning: (1) The learners should be stimulated to articulate how they deal with the presented problems; (2) They should be offered help in form of an expert's comment on the problem; (3) They should receive coaching to correct their mistakes. THYROIDEA is a problem-oriented multimedia-program from the medical field which comprises the instructional characteristics mentioned above. 34 fourth year medical students worked with the program during a clinical course of Internal Medicine. The results show that the learners frequently used the interactive elements. It is, however, noteworthy, that only those elements promote the acquisition of the learner. On the other hand, the passive reception of the expert's comments, the amount of user-input, and the answers to multiple choice questions do not correlate with the acquired knowledge.

1. Inwieweit profitieren Lernende von Interaktionsmöglichkeiten in multimedialen, problemorientierten Computerlernprogrammen?

Kaum eine Lernumgebung wird mit dem Ziel entworfen, Wissen zu vermitteln, das lediglich zur Lösung von Prüfungsaufgaben verwendet werden

kann. Die meisten Instruktionsdesigner nehmen vielmehr in Anspruch, daß die Lernenden mit ihrer Hilfe dazu in die Lage versetzt werden, Probleme im Alltag oder im Beruf besser zu lösen. Daß dies häufig nicht gelingt und in vielen Lernumgebungen tatsächlich nur isoliertes Faktenwissen erworben wird, das für die Lösung von Problemen nicht genutzt wird, ist seit einigen Jahren ein viel diskutiertes Problem der Instruktionspsychologie (Berliner, 1992; Brown, Collins & Duguid, 1989; Duffy & Jonassen, 1992; Resnick, 1987).

In der Diskussion um dieses Anwendungsproblem wird das problemorientierte Lernen häufig als Methode genannt, von der man sich verspricht, daß sie tiefes Verständnis und flexibel anwendbares Wissen fördert (Gerstenmaier & Mandl, 1994; Reinmann-Rothmeier & Mandl, in Druck). Die Vorteile problemorientierten Lernens werden damit begründet, daß sich die Lernenden bei der Lösung der Probleme aktiv und selbstgesteuert mit dem Inhalt auseinandersetzen (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1993; Spiro, Feltovich, Jacobson & Coulson, 1991). Neue Kenntnisse werden darüber hinaus in Zusammenhang mit den Anwendungsbedingungen erworben, was den Transfer des Gelernten auf die Lösung realer Probleme erleichtern soll (Bransford, Franks, Vye & Sherwood, 1989; Brown et al., 1989).

Auch für computerunterstützte Lernumgebungen wird zunehmend gefordert, daß sie den Lernenden realitätsnahe Probleme darbieten (Duffy, Lowyck, Jonassen & Welsh, 1993; Mandl, Gruber & Renkl, in Druck). Computer sind für die Gestaltung von problemorientierten Lernumgebungen besonders geeignet, weil sie es erlauben, Informationen multimedial darzustellen und neben Texten auch Bilder, Töne und Filme zu verwenden. Darüber hinaus können interaktive Elemente in Lernprogrammen zu einem aktiven Lernprozeß anregen und bei Schwierigkeiten und Problemen unterstützen.

Allerdings stellt sich die Frage, welche interaktiven Elemente in problemorientierte Computerlernprogramme implementiert werden sollen. Auf der einen Seite soll problemorientiertes Lernen zur selbstgesteuerten und aktiven Bearbeitung von Problemen anregen; das Lehren soll eher in den Hintergrund rücken. Andererseits weisen Studien darauf hin, daß zu komplexe Probleme unter Umständen dazu führen, daß die Lernenden zu viel Spielraum haben und nur wenig profitieren (Gräsel & Mandl, 1994; Leutner, 1992). Speziell ist zu befürchten, daß das Lernen anhand von Problemen zu Fehlern führt, die von den Lernenden selbst nicht erkannt und daher auch nicht verbessert werden. Studien zum computerunterstützten Lernen zeigten z.B., daß Lernende in Programmen mit einem hohen Ausmaß an Selbst-Steuerung und Selbst-Sequenzierung den Überblick verlieren und in den angebotenen Texten und Bildern „verlorengehen“. Dieses Phänomen hat die Instruktionsdesigner zu vielen Diskussionen veranlaßt, wieviel Führung und Lenkung benötigt wird (Jonassen & Mandl, 1990; Kuhlen, 1991). Allerdings wurde in einigen Studien auch das Problem aufgezeigt, daß Lernende nur in geringem Umfang auf angebotene Unterstützungsmöglichkeiten zurückgreifen (z.B. Mandl, Gruber & Renkl, 1992).

Obwohl das problemorientierte Lernen in den letzten Jahren im Zusammenhang mit den neuen Instruktionstheorien wieder stark diskutiert wird (Williams, 1992), wurden bislang nur wenig Anstrengungen unternommen, die Frage zu untersuchen, *wie* die Lernenden in problemorientierten Computerlernprogrammen unterstützt werden sollen. Dabei bieten diese Theorien durchaus Hinweise, wie interaktive Elemente in Lernprogrammen verwendet werden können. In diesem Beitrag werden aus konstruktivistischen Instruktionsansätzen einige Merkmale für die Gestaltung von interaktiven Elementen in problemorientierten Computerlernprogrammen abgeleitet. Diese Merkmale wurden bei der Entwicklung eines problemorientierten, multimedialen Computerlernprogramms aus dem Bereich der Medizin (THYROIDEA) realisiert, das hier beschrieben wird. In einer Untersuchung mit THYROIDEA wurde folgenden Fragen nachgegangen:

1. *Wie nutzen die Lernenden die Interaktionsangebote?* Trotz vieler Studien zum computerunterstützten Lernen ist nicht viel darüber bekannt, wie Interaktionsmöglichkeiten in problemorientierten Computerlernprogrammen genutzt werden.
2. *Wie lernwirksam sind die Interaktionsangebote?* Die Nutzung der Interaktionsangebote soll sich natürlich im Wissenserwerb niederschlagen. Daher stellt sich die Frage, ob eine intensive Nutzung der Interaktionsmöglichkeiten in problemorientierten Lernumgebungen tatsächlich zum Erwerb anwendbaren Wissens führt.

2. Interaktionsangebote für problemorientierte Computerlernprogramme aus der Sicht konstruktivistischer Instruktionstheorien

Gemeinsam ist den konstruktivistischen Ansätzen die Annahme, daß anwendbares Wissen am besten in Lernsituationen erworben wird, das den Anwendungssituationen ähnlich ist (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1993; Collins, Brown & Newman, 1989; Jones, Knuth & Duffy, 1993). Daher sollte die Vorgehensweise bei der Lösung der Lernprobleme möglichst viele Gemeinsamkeiten mit der Lösung realer Probleme aufweisen. Dazu gehört z.B. auch, daß die Lernprobleme nicht zu sehr in ihrer Komplexität reduziert sind und – wie in der Realität – irrelevante Informationen enthalten, widersprüchlich sind usw. (Spiro et al., 1991). Über diese Merkmale von Lernproblemen hinaus bieten die konstruktivistischen Instruktionstheorien noch Hinweise, wie interaktive Elemente in problemorientierten Lernumgebungen aussehen könnten. Ziel jeder konstruktivistischen Lernumgebung ist, daß der Lernende in einem hohen Maß zu *eigener Aktivität und Konstruktivität* angeregt wird. Dieses Ziel soll durch die Gestaltung der Interaktionselemente erreicht werden. Aus konstruktivistischer Perspektive sind derartige Interaktionselemente aber immer als *Angebot an die Lernenden* zu verstehen. Ob und inwieweit diese Hilfen zur Unterstützung ei-

nes konstruktiven und aktiven Lernprozesses genutzt werden, ist den Lernenden weitgehend selbst überlassen.

Mit *Konstruktivität* des Lernens soll zum Ausdruck gebracht werden, daß Wissen keine einfache Kopie der Wirklichkeit ist, sondern immer Ergebnis eines individuellen Konstruktionsprozesses (Knuth & Cunningham, 1993). Wie viel und welches Wissen erworben wird, hängt entscheidend davon ab, wie ein Lernender seine Erfahrungen und sein Vorwissen auf den Lerngegenstand bezieht. Natürlich ist jeder Lernprozeß in diesem Sinne konstruktiv und daher ist es mißverständlich von „konstruktiven Lernprozessen“ zu sprechen als gäbe es „unkonstruktive“. Aber *Lernumgebungen* können sich durchaus im Ausmaß unterscheiden, in dem der Konstruktivität des Lernprozesses Rechnung getragen und die Lernenden angeregt werden, Wissen tatsächlich zu konstruieren.

Eng verbunden mit dem Wissenserwerb als konstruktiven Prozeß ist die *Aktivität des Lernenden*. Der „aktive Lerner“ soll neues Wissen in Bezug zu seinem alten Wissen interpretieren und das Wissen noch in der Lernsituation auf das Problem anwenden können (Duffy & Jonassen, 1992). Dieses Konzept der *Aktivität* unterscheidet sich von dem herkömmlicher Ansätze des Instruktionsdesigns (Lowyck & Elen, 1991): Aktivität des Lernenden im konstruktivistischen Sinn meint mehr als die aufmerksame Verarbeitung von dargebotener Information – etwa beim Verstehen eines Textes oder eines Bildes (Perkins, 1992). Aktivität impliziert auch Handlungen beim Lösen der Lernprobleme, etwa die Bearbeitung von Teilaufgaben, die eigenständige Suche nach weiterer Information oder das Treffen und Begründen von Entscheidungen.

Im folgenden sollen aus konstruktivistischer Perspektive drei wichtige Interaktionsangebote für problemorientierte computerunterstützte Lernumgebungen behandelt werden: Die Aufforderung an die Lernenden, ihre Vorgehensweise zu artikulieren; die Unterstützung der Lernenden durch einen Experten und die Möglichkeit, bei eigenen Fehlern Coaching in Anspruch zu nehmen. Von diesen Interaktionselementen kann angenommen werden, daß sie in hohem Maß zu aktiven und konstruktiven Lernprozessen führen.

2.1 Anregung zur Artikulation des Vorgehens bei der Fallbearbeitung

Ein zentrales methodisches Element in einigen konstruktivistischen Lernumgebungen ist die Aufforderung an die Lernenden, ihre kognitiven Prozesse zu artikulieren (Honebein, Duffy & Fishman, 1993; McMahon & O'Neill, 1993). Vor allem im Ansatz des *Cognitive Apprenticeship* wird der Artikulation große Bedeutung zugeschrieben, weil sie eine aktive Auseinandersetzung mit dem Lernproblem ermöglicht (Collins, 1991; Collins et al., 1989). Die Umsetzung von Gedanken in Sprache verlangt, daß Konzepte explizit miteinander verknüpft werden und neues Wissen auf bestehendes bezogen

wird. Darüber hinaus ist zu vermuten, daß das Kommentieren des eigenen Vorgehens und der eigenen Gedanken auch zu einer besseren metakognitiven Kontrolle führt. Schwierigkeiten und Fehlkonzepte können besser erkannt werden, wenn der Lernende artikuliert, was er verstanden hat. Durch diese verstärkte Reflexion über das eigene Vorgehen kann Artikulation auch bewirken, daß die Anwendungsbedingungen des Gelernten bewußt werden und das neue Wissen besser auf neue Situationen transferiert werden kann (Collins & Brown, 1988).

Auch computerunterstützte, problemorientierte Lernumgebungen können so gestaltet sein, daß die Lernenden dazu aufgefordert werden, ihre eigene Vorgehensweise zu artikulieren. Allerdings können diese Äußerungen nur dann aufgezeichnet werden, wenn sie über Tastatur eingegeben werden. In schriftlicher Form werden sich Lernende natürlich nicht im gleichen Umfang äußern, wie sie es mündlich täten. Dennoch sollten die Lernenden in computerunterstützten Lernumgebungen an entscheidenden Stellen dazu aufgefordert werden, die eigene Vorgehensweise bei der Lösung des Problems zu durchdenken und ihre Entscheidungen zu erläutern. Neben diesen computerinternen Gestaltungsmöglichkeiten können die Lernenden auch dadurch zur Artikulation ihrer Vorgehensweise angeregt werden, daß sie das Lernprogramm in kooperativen Gruppen bearbeiten.

2.2 Unterstützung der Lernenden durch einen Experten

Die Artikulation des eigenen Wissens bzw. des eigenen Vorgehens muß dadurch ergänzt werden, daß den Lernenden auch andere Lösungsprozesse nahegebracht werden. Im *Cognitive Apprenticeship-Ansatz* sollen sie die Möglichkeit bekommen, die eigene Sichtweise mit der eines Experten zu vergleichen (Collins et al., 1989). Bevor der Lernende selbst die Problemstellung bearbeitet, artikuliert ein Experte, wie er bei der Lösung eines Problems vorgeht; speziell welche domänenspezifischen Problemlöse-, Kontroll- und Lernstrategien er bei der Lösung eines Problems verwendet (modelling). Dadurch werden die Lernenden in die Denkweise von Experten eingeführt und erhalten die Gelegenheit, sich mit dem Experten zu vergleichen.

In problemorientierten, computerunterstützten Lernprogrammen kann die Unterstützung durch einen Experten auf verschiedene Weise realisiert werden. Dem Lernenden kann z.B. demonstriert werden, wie ein Experte ein reales oder ein computerunterstütztes Problem löst. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Lernenden bei Bedarf Kommentare eines Experten als Hilfestellung anzubieten.

Die Lernwirksamkeit von derartigen Unterstützungen in problemorientierten Computerlernprogrammen ist bislang nur schlecht untersucht. In einer Studie mit einem Lernprogramm aus der Medizin untersuchten Gräsel und Mandl (1993), ob sich kognitive Modellierung durch einen Experten auf die Lösung des Problems und den Lernerfolg auswirkt. In dieser Untersuchung zeigte sich, daß kognitive Modellierung sich besonders günstig auf den Lern-

erfolg auswirkte, wenn die Lernenden zunächst eigenständig ein Problem bearbeiteten und erst dann die Expertenvorgehensweise dargeboten wurde.

2.3 Angebot von Coaching bei Schwierigkeiten und Fehlern

Eines der Risiken problemorientierter Lernumgebungen besteht darin, daß die Lernenden eigene Fehler nicht erkennen und daher auch nicht verbessern. Der Vergleich der eigenen Problemlösung mit anderen Lösungsvorschlägen bietet zwar eine Art Kontrolle über das eigene Vorgehen, es stellt sich aber die Frage, ob die Lernenden tatsächlich die relevanten Unterschiede zwischen ihrem und dem Expertenvorgehen bemerken und daraus die angemessenen Schlußfolgerungen ziehen. Damit stellt sich auch die Frage, ob über den Vergleich verschiedener Antworten bzw. Lösungen hinaus rückgemeldet werden soll, ob eine Frage richtig oder falsch beantwortet bzw. ein Teilproblem richtig oder falsch gelöst wurde.

Diese Frage wird von verschiedenen Vertretern konstruktivistischer Instruktionsansätze kontrovers diskutiert. Radikalere Konstruktivisten sehen das Ziel der Instruktion nicht darin, daß die Lernenden über bestimmte, von den Lehrenden definierte Kenntnisse verfügen. Vielmehr soll die Gestaltung der Lernumgebung die Idee vermitteln, daß es nicht nur ein „Richtig“ und ein „Falsch“, sondern stets mehrere Perspektiven auf ein Problem gibt. Diese unterschiedlichen Perspektiven zu verstehen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede benennen und diskutieren zu können, ist demnach ein zentrales Lernziel (Cunningham, 1992a, 1992b; Knuth & Cunningham, 1992). Dementsprechend nimmt das Coaching im Sinne einer Korrektur des Lernenden nur eine untergeordnete Rolle ein.

Gemäßigtere Konstruktivisten sehen dagegen durchaus, daß das Lernen anhand von authentischen Situationen zu Lösungen des Lernenden führt, die mehr oder weniger angemessen sein können (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1993). Fehler der Lernenden sollten aber nicht einfach korrigiert werden. Vielmehr sollte die Lernumgebung ermöglichen, daß die Lernenden ihre Fehler selbst bemerken und die Chance erhalten, aus diesen Fehlern zu lernen. Im Ansatz des *Cognitive Apprenticeship* gibt der Experte daher Hilfestellungen, wenn der Lernende beginnt, Probleme selbständig zu bearbeiten. Die Artikulationen des Lernenden erlauben es dem Experten dabei, Fehler auf kognitiver Ebene zu diagnostizieren und die entsprechende Unterstützung zu gewähren.

Bislang wurde die Frage, wie dieses Coaching in konstruktivistischen Lernumgebungen lernfördernd eingesetzt wird, schlecht untersucht. Allerdings wurden einige Erwartungen formuliert. So erwartet sich die Cognition and Technology Group (1993) von einem „geführten“ Problemlösen mit Coaching von den Lernenden eine bessere Problemlösung, aber eine geringere Fähigkeit, selbständig Probleme zu entdecken und Transferprobleme zu bearbeiten.

3. Realisierung konstruktivistischer Interaktionsangebote in einem problemorientierten Computerlernprogramm aus der Medizin (THYROIDEA)

THYROIDEA ist ein problemorientiertes, multimediales Computerlernprogramm aus dem Bereich der Medizin. Ziel des Lernprogramms ist es, anwendbares Wissen zur Diagnose und Therapie von Schilddrüsenerkrankungen zu vermitteln. Der Lernende wird bei der Bearbeitung des Programms mit der Rolle eines Arztes konfrontiert, der für einen auf dem Computer präsentierten Fall die Diagnose stellt und die Therapie einleitet (Fischer, Gräsel, Mandl, Gärtner & Scriba, 1994). Bei der Gestaltung von THYROIDEA wurden zentrale Interaktionsangebote implementiert, die aus konstruktivistischer Sicht die Aktivität und Konstruktivität des Lernprozesses unterstützen können. Im folgenden wird das Programm im Überblick beschrieben.

3.1. Überblick über den Inhalt und die Struktur des Lernprogramms

Die Medizin eignet sich als Domäne für problemorientierte Lernumgebungen besonders gut, weil sie neben den Rechts- und Wirtschaftswissenschaften zu den akademischen Disziplinen gehört, in denen das problemorientierte Lernen auf eine lange Tradition zurückblicken kann (Albanese & Mitchell, 1993; Williams, 1992). Es ist unumstritten, daß die beste Form problemorientierten Lernens der Unterricht am Krankenbett ist. Und sicher wäre es sehr wünschenswert, Medizinstudenten vom ersten Semester an einen intensiven Kontakt zu Patienten zu ermöglichen. Allerdings kann diese Form des Unterrichts wegen der begrenzten Ressourcen in den Universitäts- und Lehrkliniken nicht beliebig ausgeweitet werden und muß durch Medien ergänzt werden (Renschler, 1990). Dies trifft vor allem auf Inhalte zu, für die die Lernenden nur schwer Zugang zu Patienten erhalten können. Speziell der Computer wird als geeignetes Medium angesehen, um Lernende mit Fällen zu konfrontieren (Wissenschaftsrat, 1992). Gegenüber schriftlichen Fallbeschreibungen können hier auch stehende und bewegte Bilder sowie Tondaten für die Präsentation von Fällen verwendet werden. Und natürlich erlaubt der Computer als einziges Medium, daß der Lernende über interaktive Elemente miteinbezogen wird.

Das problemorientierte, multimediale Lernprogramm THYROIDEA behandelt das Inhaltsgebiet der Schilddrüsenerkrankungen. Dieser Inhalt wurde deshalb gewählt, weil Schilddrüsenerkrankungen – insbesondere in Jodmangelgebieten wie Deutschland – sehr häufig vorkommen und in der Regel gut zu behandeln sind. Dennoch werden Medizinstudenten im Laufe ihres Studiums nur selten mit Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen konfrontiert, da die Mehrzahl dieser Patienten ambulant behandelt wird und damit nicht für den Unterricht am Krankenbett oder für die Demonstration in Vorlesungen zur Verfügung steht.

Bislang sind zwei Fälle des Lernprogramms THYROIDEA fertiggestellt, die auch bereits in der Lehre an der Universität München verwendet werden. Der erste Fall des Lernprogramms, der für die Untersuchung verwendet wurde, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen (für eine ausführliche Darstellung siehe Fischer et al., 1994): Vorgestellt wird eine Patientin mit einer Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose). Die Ursache dieser Funktionsstörung liegt in einer Überproduktion von Schilddrüsenhormonen in knotigen Veränderungen der Schilddrüse (Struma nodosa mit Autonomie). Bei den weiteren Untersuchungen findet sich zusätzlich ein sogenannter „kalter“ Knoten. Dieses Schilddrüsengebiet produziert kein Hormon mehr und weist ein erhöhtes Risiko für bösartige Veränderungen auf. Obwohl sich bei einer Untersuchung der Schilddrüsenzellen aus diesem Gebiet kein Verdacht auf Bösartigkeit findet, ist eine Teilentfernung der Schilddrüse in diesem Fall das geeignete Therapieverfahren. Zusätzlich zu dieser Schilddrüsensymptomatik ist bei der Patientin ein klimakterisches Syndrom festzustellen.

Dieser Fall wird den Lernenden so präsentiert, wie er ihnen auch in der Klinik begegnen würde: Zunächst bekommt er mit einem Bild und den Hauptbeschwerden der Patientin einen ersten Eindruck vermittelt. Anhand dieser ersten Informationen muß er anamnestische Daten der Patientin erheben. In der anschließenden klinischen Untersuchung werden dem Lernenden wichtige Befunde zur Diagnose einer Schilddrüsenüberfunktion angeboten.

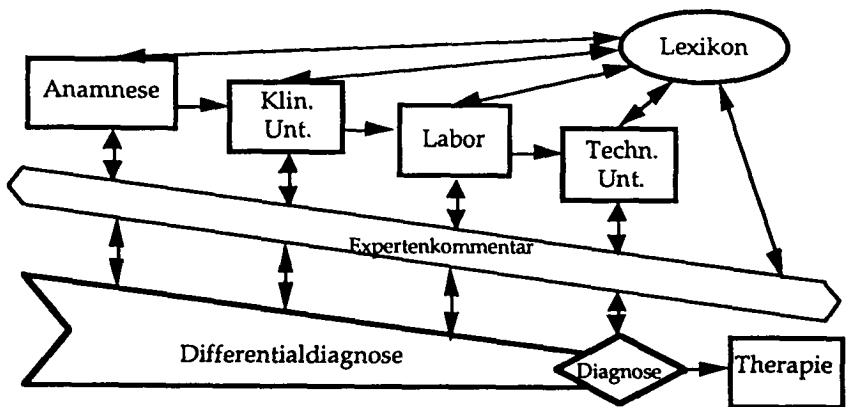


Abbildung 1:
Schematische Darstellung der Programmstruktur. Erläuterungen im Text.

Dann können die für den Fall wichtigen Laboruntersuchungen und technischen Untersuchungen (EKG, Sonographie, Szintigraphie, Feinnadelpunktion) durchgeführt werden. Diese technischen Untersuchungen führen zur Diagnose und Therapie der Patientin. Über die gesamte Fallbearbeitung hinweg stehen dem Lernenden Expertenkommentare zur Verfügung, die sich jeweils auf den entsprechenden Abschnitt der Fallbearbeitung beziehen. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Programmstruktur eines Falls.

3.2 Realisierung der Interaktionsangebote in THYROIDEA

Anregungen zur Artikulation

Bei der Gestaltung von THYROIDEA wurde versucht, die Lernenden zur Artikulation anzuregen. Sie werden daher an verschiedenen Stellen aufgefordert, ihre eigene Vorgehensweise zu beschreiben. So sollen sie z.B. Fragen an die Patientin formulieren, das eigene Vorgehen begründen, Laborwerte oder Untersuchungsmöglichkeiten angeben usw. Diese Aufforderungen an die Lernenden, ihr Wissen zu explizieren, sind immer mit einem Hinweis darauf verbunden, die eigene Lösung zu reflektieren. Beispielsweise werden die Lernenden im Abschnitt „klinische Untersuchung“ durch folgenden Text zur Artikulation ermuntert: „Bitte fassen Sie die wesentlichen pathologischen Befunde der Patientin noch einmal stichwortartig zusammen und werten Sie sie im Hinblick auf Ihre Verdachtsdiagnose!“

Nach jedem Programmschritt werden die Studierenden darüber hinaus gebeten, die eigenen differentialdiagnostischen Überlegungen einzugeben und die Arbeitshypothesen zu begründen bzw. ihre Wahrscheinlichkeit einzuschätzen.

Expertenkommentare

Die Unterstützung des Lernenden durch einen Experten wurde in THYROIDEA durch Kommentare realisiert, die dem Lernenden während der gesamten Fallbearbeitung zur Verfügung stehen. In diesen Kommentaren expliziert ein erfahrener Arzt jeweils auf den Programmschritt bezogen, welche Überlegungen er hinsichtlich der Diagnose anstellt, wie er mit Ergebnissen der Untersuchungen umgeht, usw. Damit enthalten die Expertenkommentare das Wissen, das der Experte für den Prozeß der Lösung als relevant betrachtet. Genau dieses Wissen wird in Vorlesungen und beim Unterricht am Krankenbett häufig nicht angesprochen. Ein besonderes Kennzeichen des Expertenkommentars ist, daß auf das Problem bezogen erklärt wird, welche körperlichen Zusammenhänge hinter bestimmten Symptomen stehen können. Dadurch soll erreicht werden, daß Wissen aus unterschiedlichen Bereichen auf ein klinisches Problem bezogen wird und das Problem von den Lernenden aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden kann (Spiro, Fel-

tovich, Coulson & Anderson, 1989). Dies ist wiederum eine Voraussetzung dafür, daß komplexes Zusammenhangswissen erworben wird.

Coaching als Unterstützung der Lernenden

Die Frage, inwieweit die Lernenden bei der Lösung von Problemen zu unterstützen sind, wird innerhalb der konstruktivistischen Ansätze kontrovers diskutiert. In THYROIDEA wurde eine Coaching-Komponente implementiert, die den Lernenden an einigen Stellen des Programms auf Fehler aufmerksam macht. Er wird dann aber nicht verbessert, sondern aufgefordert, die Aufgaben, bzw. Teilprobleme noch einmal zu lösen. Die Funktion dieser Coaching-Komponente läßt sich folgendermaßen beschreiben: Die eingegebenen Antworten werden an einigen Stellen des Programms mit einer Worterkennung nach Schlüsselwörtern abgesucht. Den Lernenden wird dann rückgemeldet, ob ihre Antwort die zentralen Inhalte enthielt oder nicht. Dies ist von der Aufforderung gefolgt, ihre Eingaben zu überdenken, zu verbessern und erneut bewerten zu lassen.

4. Untersuchung

4.1 Fragestellung der Untersuchung

Die Untersuchung verfolgt zwei Fragestellungen:

- (1) Es wird untersucht, ob und inwieweit die Lernenden von den Interaktionsangeboten Gebrauch machen. Die im Programm enthaltenen Interaktionsmöglichkeiten können, müssen aber nicht von den Lernenden benutzt werden. Daher wird für die drei beschriebenen Interaktionsangebote untersucht:
 - (a) Inwieweit nehmen die Lernenden die Anregungen zur Artikulation wahr und beschreiben ihre Überlegungen und ihre Vorgehensweise? Die Artikulationen der Lernenden wurden dabei sowohl quantitativ als auch hinsichtlich ihrer Qualität untersucht.
 - (b) Wie häufig verwenden die Lernenden die zusätzlichen Informationen der Expertenkommentare für die Bearbeitung des Falls?
 - (c) Wie häufig wird das Coaching, also der Hinweis, falsche Antworten zu verbessern, von den Lernenden benutzt?
- (2) Die zweite Fragestellung untersucht, inwieweit ein Zusammenhang zwischen der Nutzung der Interaktionsangebote und dem Erwerb anwendbaren Wissens besteht. Folgende Fragen wurden untersucht:
 - (a) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Nutzung der Interaktionsangebote bei der Fallbearbeitung und der Richtigkeit der Diagnose des Lernfalls?
 - (b) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Nutzung der Interaktionsangebote und dem Wissenszuwachs?

- (c) Vom Vorwissen der Lernenden ist ein Einfluß sowohl auf die Richtigkeit der Diagnose als auch auf den Wissenszuwachs zu erwarten. Daher wird der Einfluß des Vorwissens auf diese Variablen kontrolliert.

4.2 Methode

Versuchspersonen. Die Studie wurde im Rahmen eines Kurses für Innere Medizin des 7. Studiensemesters im Wintersemester 1993/94 an der Medizinischen Klinik Innenstadt der Universität München durchgeführt. Alle Versuchspersonen mußten im Rahmen dieses Kurses einen Lernfall bearbeiten. Die von uns gewählte Versuchsanordnung entspricht damit einer normalen Implementierung eines problemorientierten, computerunterstützten Lernprogramms in ein Curriculum und erreicht nicht nur besonders interessierte Studierende. 34 Versuchspersonen bearbeiteten in Einzelarbeit den Lernfall. Die Einbettung des Lernprogramms in den Kursverlauf brachte es mit sich, daß für die Versuchsdurchführung insgesamt nur 120 Minuten zur Verfügung standen. Einige Versuchspersonen konnten, weil sie sich verspätet hatten oder externe Störungen auftraten, den Wissenstest am Ende des Versuches nicht mehr oder nicht vollständig bearbeiten. Diese Probanden wurden ausgeschlossen; für die Auswertung übrig blieben 25 Personen. Die ausgeschlossenen Versuchspersonen unterschieden sich aber hinsichtlich der Nutzung der Interaktionsangebote nicht von den 25, deren Ergebnisse hier berichtet werden.

Versuchsdurchführung. Zu Beginn des Versuchs mußten die Studierenden einen Wissenstest bearbeiten. Im Anschluß daran wurden die Versuchspersonen in die technische Bedienung des Computers und des Lernprogramms eingewiesen. Dabei wies der Versuchsleiter explizit auf die Hilfsmöglichkeiten hin, die das Lernprogramm anbietet. Für eine weitere Erleichterung der Bedienung des Lernprogramms stand den Probanden neben den computerinternen Hilfen ein Faltblatt zur Verfügung, das die wichtigsten Navigationsmöglichkeiten durch das Lernprogramm und die verwendeten Zeichen erklärte. Nach der Bearbeitung des Lernfalls, die etwa 90 Minuten in Anspruch nahm, wurden die Versuchspersonen um eine Beurteilung der programmtechnischen Aspekte des Lernprogramms gebeten. Abschließend bearbeiteten sie denselben Wissenstest wie vor der Fallbearbeitung.

Verwendete Instrumente / Operationalisierung der Variablen:

1. Nutzung der Interaktionsangebote

Für jeden Benutzer wurde ein computerinternes Protokoll der Fallbearbeitung (Logfile) gespeichert, das erfaßte, wie die Versuchsperson die Interaktionsangebote nutzte. Folgende Variablen aus den Logfiles wurden für die Auswertung der Nutzung der Interaktionsangebote berücksichtigt:

(1) *Äußerungen der Lernenden.* Insgesamt werden die Lernenden über das gesamte Programm hinweg an 11 Stellen aufgefordert, ihr Wissen zu artikulieren. Auf diese Aufforderungen sind zum Teil komplexe Antworten mit mehreren Bestandteilen nötig. So werden die Lernenden z.B. aufgefordert, einige Anamnesefragen an ihre Patientin zu formulieren oder die wichtigsten pathologischen Befunde der klinischen Untersuchung zusammenzufassen (s.o.).

Quantität der Äußerungen. Die Quantität der Äußerungen soll nicht nur erfassen, ob auf Fragen geantwortet wurde – sondern auch, wieviel die Lernenden schrieben. Daher wurde als Quantität der Äußerungen erfaßt, wie viele Antwort-Bestandteile die Lernenden auf die Fragen gaben.

Qualität der Äußerungen. Die Qualität der Äußerungen erfaßte nur diejenigen Antwort-Bestandteile, die aus medizinischer Perspektive sinnvoll sind. Für die Berechnung dieser Variablen wurden die Antworten der Versuchspersonen in den Logfiles von einem Mediziner durchgesehen und beurteilt. Als „richtig“ wurden also nicht nur diejenigen Antworten betrachtet, die durch die Worterkennung im Lernprogramm als korrekt erkannt wurden. Auch Antworten, mit denen die Programmautoren nicht rechneten, die aber medizinisch sinnvoll waren, wurden berücksichtigt.

(2) *Nutzung der Expertenkommentare.* Die insgesamt 22 Expertenkommentare enthielten alle Informationen, die nötig waren, um die Fragen bei der Programmbearbeitung korrekt zu beantworten. Die Nutzung der Expertenkommentare durch die Lernenden wurde in den Logfiles mitprotokolliert. Erfaßt wurde, wie häufig auf die Expertenkommentare im Lernprogramm zurückgegriffen wurde.

(3) *Nutzung des Coaching.* Eine sehr wichtige Interaktionsmöglichkeit von THYROIDEA ist die Möglichkeit der Lernenden, die eigenen Antworten zu verbessern, nachdem sie auf Fehler hingewiesen wurden. Die Variable „Nutzung des Coaching“ erfaßte, wie häufig die Lernenden über das gesamte Programm hinweg versuchten, ihre Fehler zu verbessern und eine zweite oder dritte Antwort gaben.

2. Anwendungsorientiertes Wissen

Inwieweit die Bearbeitung des Lernfalls zum Erwerb anwendbaren Wissens führte, wurde durch zwei Maße erfaßt, nämlich über die Richtigkeit der Diagnose und durch einen Wissenstest, der nach diagnostischen Vorgehensweisen und nach Zusammenhangswissen fragte.

Richtigkeit der Diagnose. Die erste abhängige Variable maß, inwieweit der Lernfall richtig diagnostiziert wurde. Die korrekte Diagnose des Falls umfaßte fünf Bestandteile, die alle genannt werden mußten (1. Struma nodosa, 2. multifokale Autonomie, 3. Hyperthyreose, 4. kalter Knoten, und 5. ein von den Schilddrüsen-symptomen unabhängiges klimakterisches Syndrom). Die diagnostische Qualität wurde durch die Anzahl der richtig genannten Diagnosebestandteile erfaßt (0 = kein Diagnosebestandteil richtig genannt; 5 = alle fünf Diagnosebestandteile richtig genannt).

Wissenstest. Die Erfassung anwendungsorientierten Wissens, das durch die Bearbeitung von problemorientierten Lernumgebungen erzielt werden soll, stellt ein großes methodisches Problem dar (Jonassen, 1993). In unserer Studie wurde das Wissen vor und nach der Fallbearbeitung durch einen Wissenstest mit 11 offenen und geschlossenen Fragen zum Themengebiet des Lernfalles erfaßt. Die Inhalte des Fragebogens wurden von Experten aus der Endokrinologie zusammengestellt. Bei der Konstruktion des Wissenstests wurde darauf geachtet, daß *alle Fragen* diagnostische Vorgehensweisen oder Zusammenhänge erfaßten. Die Antworten auf die Fragen wurden von zwei Auswertern hinsichtlich ihrer Richtigkeit bewertet, denen dafür eine Musterlösung zur Verfügung stand. Aus den Fragen wurde ein Gesamtscore „richtige Antworten“ für den Wissenstest gebildet; maximal waren 36 Punkte zu erreichen. Die Übereinstimmung der Auswerter war sehr hoch; in wenigen strittigen Fragen wurde Einigkeit erzielt.

4.3 Ergebnisse

Nutzung der Interaktionsangebote durch die Lernenden

Untersucht wurde, inwieweit die Lernenden die Interaktionsangebote des Lernprogramms nutzten.

(a) *Nutzung der Artikulationsmöglichkeiten.* Zunächst soll gezeigt werden, wie die insgesamt 25 Lernenden die Möglichkeiten der Artikulation der eigenen Vorgehensweise über alle Programmschritte hinweg wahrnahmen. Insgesamt konnten bei der Fallbearbeitung auf 11 Fragen 50 Teil-Antworten gegeben werden. Abbildung 2a zeigt eine Häufigkeitsverteilung, wie viele dieser Teilantworten von den Lernenden gegeben wurde. Keiner der Lernenden gab weniger als 10 Antworten; durchschnittlich wurden fast die Hälfte

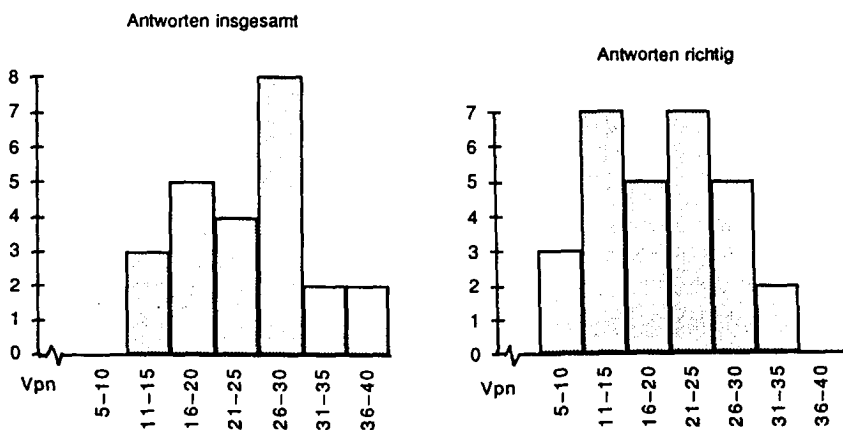


Abbildung 2: Nutzung der Artikulationsmöglichkeiten des Lernprogramms durch die Lernenden. Abbildung 2a: Darstellung der gruppierten Häufigkeiten der Antworten insgesamt. Abbildung 2b: Darstellung der gruppierten Häufigkeiten der richtigen Antworten.

der Fragen beantwortet ($M = 24,9$; $SD = 8,0$). Die Möglichkeit, Text einzugeben und komplexe Antworten zu geben, wurde demnach durchaus genutzt. Allerdings zeigt ein Vergleich mit Abbildung 2a, daß die Artikulationen der Lernenden häufig falsch waren. Der Durchschnitt der richtigen Antworten liegt mit 18,6 ($SD = 7,4$) auch deutlich niedriger als derjenige der Antworten insgesamt.

(b) *Nutzung der Expertenkommentare.* Die Fragen des Programms waren so gestellt, daß eine intensive Nutzung des Expertenkommentars eine korrekte Beantwortung aller Fragen erlaubt hätte. Von der Möglichkeit, die Meinung bzw. das Vorgehen eines Experten zu diesem Fall zu lesen, wurde von allen Lernenden mindestens fünfmal Gebrauch gemacht (Abbildung 3). Die meisten Lernenden griffen 10-30 mal auf die Kommentare zurück. Durchschnittlich riefen die Lernenden die 22 verfügbaren Expertenkommentare sehr häufig auf ($M = 22,1$; $SD = 11,5$).

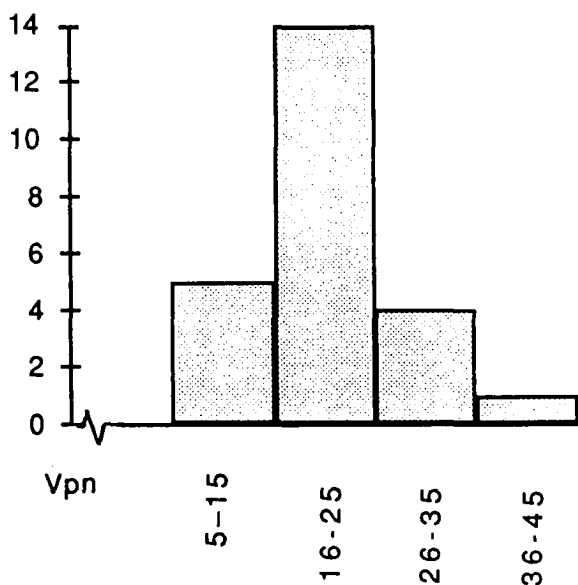


Abbildung 3: Nutzung der Expertenkommentare durch die Lernenden.
Darstellung der gruppierten Häufigkeiten.

(c) *Nutzung des Coaching nach Fehlern in den Antworten.* Die Möglichkeit, das Coaching als Anlaß zu nehmen, die gegebenen Antworten zu verbessern, wurde von den Lernenden weitaus weniger genutzt, wie Abbildung 4 zeigt. Auf 11 der insgesamt 13 Fragen im Programmverlauf wäre es möglich gewesen, die Antwort auf einen Hinweis hin zu verbessern. Durchschnittlich wurde diese Möglichkeit von den Lernenden aber nur etwas über dreimal während der Fallbearbeitung genutzt ($M = 3,4$; $SD = 3,3$). Zwei Lernende versuchten nie, nach einer Rückmeldung über ihre Antwort in einem zweiten Anlauf, ihre Leistung zu verbessern. Und nur zwei Versuchspersonen nutzten die Möglichkeiten sehr intensiv und verbesserten über zehnmal ihre Aussagen.

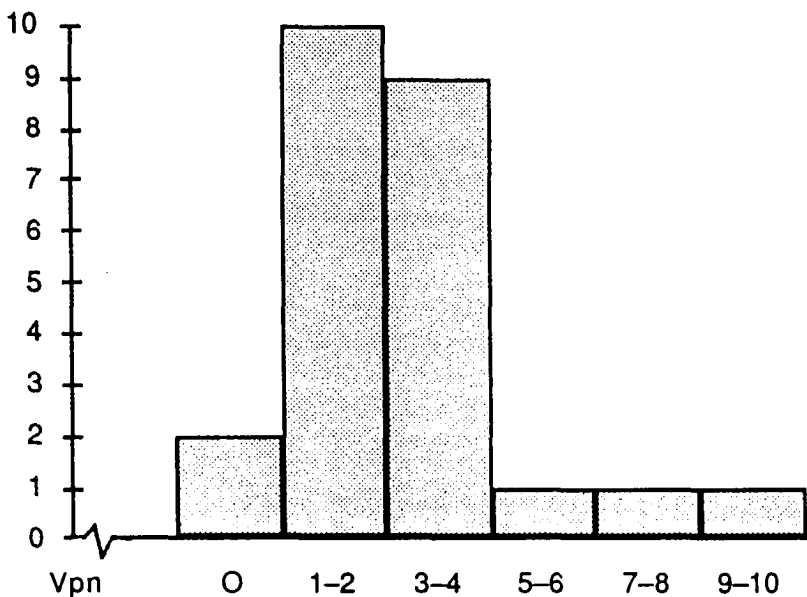


Abbildung 4: Nutzung des Coaching durch die Lernenden.
Darstellung der gruppierten Häufigkeiten.

Fragt man nach der Nutzung der Interaktionsangebote, ist auch von Interesse, ob und inwieweit es Zusammenhänge zwischen den Variablen der Interaktionsnutzung gab. Diese Zusammenhänge faßt Tabelle 1 zusammen. Zusätzlich zu den bisher diskutierten Variablen berücksichtigt die Tabelle noch die Anzahl der richtig beantworteten geschlossenen Fragen. Insgesamt enthielt das Programm 18 multiple choice-Fragen, von denen durchschnittlich 11 (SD = 3,4) richtig beantwortet wurden.

Tabelle 1:
Korrelationen zwischen den Variablen der Interaktionsnutzung

	Antworten insgesamt	Antworten richtig	Nutzung Experte	Nutzung Coaching
Antworten richtig	.78**	---		
Nutzung Experte	.47*	.66**	---	
Nutzung Coaching	.60**	.78**	.66**	---
Geschlossene Fragen	.43*	.41*	.39	.26

Anmerkung: * = $p < .05$; ** = $p < .01$.

Die Anzahl der Antworten auf offene Fragen, die Richtigkeit der Antworten, die Expertennutzung und die Häufigkeit, mit der das Coaching genutzt wurde, korrelieren sehr hoch miteinander. Zwischen den richtigen Antwort-

ten auf die geschlossenen Fragen und diesen vier Variablen der Programm-nutzung gibt es auch positive Zusammenhänge, die allerdings nur im mittleren Bereich liegen und zum Teil nicht signifikant sind.

Die Nutzung der Interaktionsmöglichkeiten läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Lernenden nutzten über das gesamte Programm hinweg durchschnittlich 50% der Möglichkeiten, ihr Wissen zu artikulieren. Allerdings waren viele dieser Angaben falsch, obwohl die Informationen des Expertenkommentars richtige Antworten auf jede Frage erlaubt hätten. Dabei wurden die Expertenkommentare in sehr hohem Ausmaß von den Lernenden gelesen. Allerdings wurde relativ wenig von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, nach den Rückmeldungen die Antworten zu verbessern. Es ist auch festzustellen, daß drei Variablen der Nutzung interaktiver Elemente eng miteinander zusammenhängen. Lernende, die viele und richtige Antworten gaben, verwendeten tendenziell auch mehr Expertenkommentare und nutzten das Coaching stärker, um ihre Antworten zu korrigieren. Die Anzahl der richtigen Antworten auf die geschlossenen Fragen hängt demgegenüber offenbar weniger mit den anderen Variablen der Programmnutzung zusammen.

Zusammenhang zwischen der Nutzung der Interaktionsangebote und dem Lernerfolg

Die Tatsache, daß die Lernenden die Interaktionsangebote des Lernprogramms nutzten, garantiert noch nicht, daß sie davon auch profitierten und anwendungsrelevantes Wissen erwarben. Die beiden abhängigen Maße für das anwendungsorientierte Wissen korrelieren dabei nicht substantiell ($r = -.17$); das Ergebnis des Wissenstest ist also unabhängig von der Diagnose

Tabelle 2: Korrelationen zwischen den Variablen der Interaktionsnutzung und den Variablen des Lernerfolgs

	Diagnose- richtigkeit	Wissen
Antworten insgesamt	.06	.01
Antworten richtig	.45*	-.05
Nutzung Experte	.26	-.01
Nutzung Coaching	.49*	-.05
Geschlossene Fragen	.26	-.26

Anmerkung: * = $p < .05$; ** = $p < .01$.

richtigkeit. Tabelle 2 zeigt, inwieweit die Variablen der Interaktionsnutzung mit der korrekten Diagnose des Falls und dem komplexen Anwendungswissen als Maße für den Lernerfolg zusammenhängen.

(a) *Qualität der Diagnose.* Tabelle 2 zeigt, daß die Qualität der Diagnose durchaus abhängig von der Programmnutzung ist. Allerdings hängen nicht alle Variablen der Interaktionsnutzung, sondern nur die Richtigkeit der Artikulationen und die Nutzung des Coaching mit der Qualität der Diagnose zusammen.

(b) *Wissenszuwachs.* Nach der Bearbeitung des Lernprogramms beantworteten die Lernenden mehr Fragen des Wissenstests richtig als vor der Bearbeitung ($M_{\text{vorher}} = 17,9$; $SD = 4,5$; $M_{\text{nachher}} = 21$; $SD = 3,2$; $t(25) = -5.04$; $p = <.001$). Durchschnittlich können also nach der Bearbeitung des Falls 3 Fragen mehr richtig beantwortet werden als vorher. Zwischen den Ergebnissen des Nachwissenstests und der Nutzung der Interaktionsangebote zeigt sich aber – im Gegensatz zur Diagnoserichtigkeit – kein Zusammenhang.

In bezug auf diese Variable zeigen sich keine Zusammenhänge.

(c) *Zusammenhänge mit dem Vorwissen.* Eine zentrale Variable, von der ein positiver Zusammenhang auf die Richtigkeit der Diagnose und den Wissenszuwachs erwartet wurde, stellt das Vorwissen der Lernenden dar. Tabelle 3 zeigt, daß das Ausmaß an Vorwissen unerwarteterweise nicht mit der Qualität der Diagnose zusammenhängt.

Tabelle 3:

Korrelationen zwischen dem Vorwissen und den Variablen der Interaktionsnutzung und dem Lernerfolg

	Vorwissen
Antworten insgesamt	.08
Antworten richtig	-.2
Nutzung Experte	-.23
Nutzung Coaching	-.07
Geschlossene Fragen	-.21
Diagnoserichtigkeit	-.39
Nachwissen	.72**

Anmerkung: * = $p < .05$; ** = $p < .01$.

Es zeigt sich sogar ein negativer, wenn auch nicht signifikanter Zusammenhang. Auch zwischen den Variablen der Interaktionsnutzung und dem Vorwissen ergeben sich keine Zusammenhänge, obwohl das Vorwissen durchaus eine Streuung aufweist und daher interindividuelle Unterschiede vorliegen (Renkl, 1992). Daher verändern sich die Zusammenhänge zwischen den Variablen der Interaktionsnutzung und der Diagnoserichtigkeit auch nicht, wenn man das Vorwissen in einer Partialkorrelation kontrolliert.

Zwischen dem Ergebnis im Vorwissenstest und im Nachwissenstest besteht dagegen ein signifikanter Zusammenhang. Allerdings bestehen auch bei Kontrolle des Vorwissens in einer Partialkorrelation keine Zusammenhänge zwischen den Nutzungen der Interaktionsangebote und dem Nachwissen. Detailliertere Analysen zeigten auch keine verdeckten kurvi-linearen Zusammenhänge zwischen dem Vorwissen und den Variablen des Lernerfolgs.

Die Ergebnisse, wie die Nutzung der Interaktionsangebote mit dem Erwerb anwendungsorientierten Wissens zusammenhängen, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Qualität der Antworten auf die offenen Fragen und die Nutzung des Coaching hängt mit der Qualität der Diagnose des Lernfalls zusammen. Erstaunlicherweise sind diese Zusammenhänge unabhängig vom Vorwissen: Sowohl Lernende mit viel als auch mit wenig Vorwissen können eine korrekte Diagnose stellen, wenn sie die Interaktionsmöglichkeiten des Programms entsprechend nutzen. Zwischen dem Ergebnis im Wissenstest nach der Fallbearbeitung und der Nutzung der Interaktionsangebote des Lernprogramms ergibt sich dagegen kein Zusammenhang. Ein starker Zusammenhang ergibt sich allerdings mit dem Ergebnis des Vorwissenstests.

4.4 Diskussion

Was kann man mit diesen Ergebnissen auf die Leitfragen der Untersuchung antworten? Nutzen die Lernenden die Interaktionsangebote des problemorientierten Computerlernprogramms und schlägt sich die Nutzung dieser Interaktionsangebote im Erwerb anwendbaren Wissens nieder?

Sicher ist, daß die Lernenden bei der Bearbeitung des Lernprogramms THYROIDEA vor allem die Möglichkeit, das eigene Vorgehen zu artikulieren, in erstaunlich hohem Maß verwendeten. Auch die Expertenkommentare wurden von den Lernenden häufig aufgerufen. Allerdings scheinen die Informationen des Expertenkommentars nicht im erwünschten Maß auf den Fall bezogen worden zu sein. Denn die Anzahl der richtigen Antworten auf die offenen Fragen im Lernprogramm ist mit durchschnittlich etwas über einem Drittel nicht sehr hoch. Weil die Expertenkommentare alle Informationen für richtige Angaben enthielten, hätte sich eine entsprechende Nutzung der Kommentare in deutlich besseren Artikulationen niederschlagen müssen. Auch die nur gering genutzte Möglichkeit, durch Coaching die eigenen Antworten zu verbessern, stimmt damit überein. Diese Befunde könnten damit

erklärt werden, daß die Lernenden die Interaktionsangebote zwar aufgerufen, aber nicht intensiv genutzt haben. Diese Oberflächlichkeit im Umgang mit den Interaktionsangeboten könnte einerseits dadurch erklärt werden, daß den Lernenden die Motivation fehlte, sich intensiv mit dem Lernprogramm auseinanderzusetzen. Eine weitere Möglichkeit wäre, daß die Lernenden den Fall stärker unter dem Aspekt der Überprüfung des eigenen Wissens bearbeiteten und ihn weniger als Chance begriffen, neues Wissen zu erwerben. Darauf weist vor allem die geringe Nutzung des Coaching zur Antwortverbesserung hin. Sollte diese Interpretation zutreffen, wäre bei der Gestaltung weiterer Fälle deutlicher darauf hinzuweisen, wie wichtig es ist, von den Möglichkeiten des *Lern*programms Gebrauch zu machen und die neuen Informationen auf das Problem anzuwenden.

Allerdings hat die Untersuchung gezeigt, daß sich die Nutzung der Interaktionsangebote nicht automatisch im Erwerb anwendungsorientierten Wissens niederschlägt. Dies kann daran liegen, daß die Nutzung der Interaktionsangebote nicht ausschließlich als Indikator für lernförderliche Prozesse interpretiert werden kann. Eine verstärkte Nutzung könnte auch indizieren, daß sehr viele Schwierigkeiten und Probleme beim Lernen aufgetreten sind. Dann wäre bei einer intensiven Nutzung der Interaktionsangebote ein gutes Abschneiden hinsichtlich der Lerninhalte nicht unbedingt zu erwarten, obwohl der Lernende durchaus von der Bearbeitung des Lernfalls profitiert hätte. Eine bessere Erfassung des anwendungsrelevanten Vorwissens, etwa durch die Bearbeitung eines ersten Falles ohne Hilfestellung, könnte darüber weiter Aufschluß geben. Hinweise für die Lerneffektivität von spezifischen Interaktionselementen haben sich allerdings ergeben: Die Qualität der Artikulationen und die Nutzung des Coaching zur Verbesserung der eigenen Angaben hängen deutlich mit der korrekten Diagnose des Falls zusammen. Dies könnte die Forderung der konstruktivistischen Instruktionstheoretiker unterstützen, daß Lernumgebungen zu einem hohen Maß an Aktivität der Lernenden anregen sollen. Denn diese beiden Interaktionsmöglichkeiten sind auch diejenigen, die die Lernenden am ehesten dazu anregen, ihr Wissen in Bezug zu ihrem Vorwissen zu interpretieren und auf das Problem anzuwenden. Die passive Rezeption der Expertenkommentare alleine bzw. die Beantwortung der geschlossenen Fragen hängen dagegen nicht mit der Richtigkeit der Diagnose zusammen.

Interessanterweise hängt die Richtigkeit der Diagnose nicht vom Ausmaß des Vorwissens ab. Dieser erwartungswidrige Befund kann unterschiedlich interpretiert werden. Zunächst ist möglich, daß der Wissenstest kein anwendungsrelevantes Wissen erfaßte. In allen Testaufgaben wurde nur nach komplexen Zusammenhängen oder nach diagnostischen Vorgehensweisen gefragt. Doch scheinbar war das Wissen, das für die Beantwortung dieser Fragen verwendet wurde, für die Lösung des Falls von eher untergeordneter Bedeutung. Diese Interpretation kann auch dadurch gestützt werden, daß das Ergebnis im Nachwissenstest zwar besser ausfällt als im Vorwissenstest, daß der Wissenszuwachs aber nicht mit der Nutzung der Interaktionsangebote zusammenhängt.

Man könnte aber auch vermuten, daß das Vorwissen durchaus relevant gewesen wäre, aber bei der Lösung des Falls nicht angewendet werden konnte, weil es in anwendungsfernen Situationen erworben wurde (Bransford et al., 1989). Dies würde mit den Ergebnissen vieler anderer Untersuchungen übereinstimmen, daß Wissen, das im Studium erworben wird, träge ist und nicht auf die Lösung von Problemen angewendet werden kann (z.b. Renkl, Gruber, Mandl & Hinkofer, in Druck).

Für die Beantwortung der Frage, ob und unter welchen Bedingungen durch die Bearbeitung von problemorientierten Lernumgebungen tatsächlich anwendungsrelevantes Wissen vermittelt werden kann, sind weitere Untersuchungen nötig. Die bisherigen Ergebnisse geben erste Hinweise, daß das Gelingen kann, wenn diejenigen Interaktionsangebote genutzt werden, die den Lernenden zu einer starken Eigenaktivität anregen. Interessant ist allerdings, inwieweit dieses Wissen auf die Lösung anderer Probleme transferiert werden kann. Die Fertigstellung weiterer Fälle für das Lernprogramm THYROIDEA wird eine Untersuchung des Lerntransfers unter unterschiedlichen Bedingungen ermöglichen, um diese Frage weiter zu untersuchen.

Literatur

- ALBANESE, M.A. & MITCHELL, S. (1993): Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic medicine*, 68 (1), 52-81.
- BERLINER, D.C. (1992): Telling the stories of educational psychology. *Educational Psychologist*, 27, 143-161.
- BRANSFORD, J.D.; FRANKS, J.J.; VYE, N.J. & SHERWOOD, R.D. (1989): New approaches to learning and instruction: Because wisdom can't be told. In: S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 470-497). Cambridge: Cambridge University Press.
- BROWN, J.S.; COLLINS, A. & DUGUID, P. (1989): Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (1993): Designing learning environments that support thinking: The Jasper Series as a case study. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, D.H. Jonassen & T.M. Welsh (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 9-36). Berlin: Springer.
- COLLINS, A. (1991): Cognitive apprenticeship and instructional technology. In: L. Idol & B.F. Jones (Eds.), *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform* (pp. 121-138). Hillsdale: Erlbaum.
- COLLINS, A. & BROWN, J.S. (1988): The computer as a tool for learning and reflection. In: H. Mandl & A. Lesgold (Eds.), *Learning issues for intelligent tutoring systems* (pp. 1-18). New York: Springer.
- COLLINS, A.; BROWN, J.S. & NEWMAN, S.E. (1989): Cognitive Apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in the honour of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale: Erlbaum.
- CUNNINGHAM, D.J. (1992a): Assessing constructions and constructing assessments: a dialogue. In: T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction* (pp. 35-44). Hillsdale: Erlbaum.
- CUNNINGHAM, D.J. (1992b): In defense of extremism. In: T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction* (pp. 157-160). Hillsdale: Erlbaum.

- DUFFY, T.M. & JONASSEN, D.H. (1992): Constructivism: New implications for instructional technology. In: T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp. 1-16). Hillsdale: Erlbaum.
- DUFFY, T.M.; LOWYCK, J.; JONASSEN, D.H. & WELSH, T.M. (Eds.). (1993): *Designing environments for constructive learning*. Berlin: Springer.
- FISCHER, M.; GRÄSEL, C.; MANDL, H.; GÄRTNER, R. & SCRIBA, P.C. (1994): *Konzeption und Entwicklung eines fallbasierten, computerunterstützten Lernprogramms in der Medizin (THYROIDEA)*. (Forschungsbericht Nr. 35). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- GERSTENMAIER, J. & MANDL, H. (1994): *Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive* (Forschungsbericht Nr. 35). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- GRÄSEL, C. & MANDL, H. (1993): Förderung des Erwerbs diagnostischer Strategien in fallbasierten Lernumgebungen. *Unterrichtswissenschaft*, 21, 355-370.
- HONEBEIN, P.C.; DUFFY, T.M. & FISCHMAN, B.J. (1993): Constructivism and the design of learning environment: Context and authentic activities for learning. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, D.H. Jonassen & T.M. Welsh (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 87-108). Berlin: Springer.
- JONASSEN, D.H. (1992): Evaluating constructivist learning. In: S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 137-148). Cambridge: Cambridge University Press.
- JONASSEN, D.H. & MANDL, H. (Eds.) (1990): *Designing hypermedia for learning*. Berlin: Springer.
- JONES, B.F.; KNUTH, R.A. & DUFFY, T.M. (1993): Components of constructivist learning environments for professional development. In: T.M. Duffy, J. Lowyck, D.H. Jonassen & T.M. Welsh (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 125-137). Berlin: Springer.
- KNUTH, R.A. & CUNNINGHAM, D.J. (1992): Tools for constructivism. In T.M. Duffy, J. Lowyck & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing learning environments for constructive learning* (pp. 163-188). Berlin: Springer.
- KUHLEN, R. (1991): *Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. Berlin: Springer.
- LEUTNER, D. (1992): *Adaptive Lehrsysteme*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- LOWYCK, J. & ELEN, J. (1991): Wandel in der theoretischen Fundierung des Instruktionsdesigns. *Unterrichtswissenschaft*, 19, 218-236.
- MANDL, H.; GRUBER, H. & RENKL, A. (1992): Prozesse der Wissensanwendung beim komplexen Problemlösen in einer kooperativen Situation. In: F. Achtenhagen & E.G. John (Hrsg.), *Mehrdimensionale Lehr- Lernarrangements. Innovationen der kaufmännischen Aus- und Weiterbildung* (S. 478-490). Wiesbaden: Gabler.
- MANDL, H.; GRUBER, H. & RENKL, A. (in Druck): *Lehren und Lernen mit dem Computer*. In: F.E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung, D/I/4 Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- McMAHON, H. & O'NEILL, W. (1993): Computer-mediated zones of engagement in learning. In: T.M. Duffy, J. Lowyck & D.H. Jonassen (Eds.), *Designing learning environments for constructive learning* (pp. 37-59). Berlin: Springer.
- PERKINS, D.N. (1992): Technology meets constructivism: Do they make a marriage? In: T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the Technology of Instruction* (pp. 45-56). Hillsdale: Erlbaum.
- REINMANN-ROTHMEIER, G. & MANDL, H. (in Druck): *Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs*. In: F.E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung, D/I/4 Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.

- RENKL, A. (1993): Korrelation und Kausalität. ein ausreichend durchdachtes Problem in der pädagogisch-psychologischen Forschung? In: C. Tarnai (Hrsg.), *Beiträge zur empirischen pädagogischen Forschung* (S. 115-124). Münster: Waxmann.
- RENKL, A.; GRUBER, H.; MANDL, H. & HINKOFER, L. (in Druck): Hilft Wissen bei der Identifikation und Steuerung eines komplexen ökonomischen Systems? *Unterrichtswissenschaft*.
- RENSCHLER, H. (1990): Die Unterstützung der Mediziner Ausbildung durch EDV. In: M.P. Baur & J. Michaelis (Hrsg.), *Computer in der Ärzteausbildung* (S. 1-29). München: Oldenbourg.
- RESNICK, L.B. (1987): Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16, 13-20.
- SPIRO, R.J.; FELTOVICH, P.J.; COULSON, R.L. & ANDERSON, D.K. (1989): Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconceptions in advanced knowledge acquisition. In: S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 498-531). Cambridge: Cambridge University Press.
- SPIRO, R.J.; FELTOVICH, P.J.; JACOBSON, M.J. & COULSON, R.L. (1991): Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, 31, 24-33.
- WILLIAMS, S.M. (1992): Putting case-based instruction to context: Examples from legal and medical education. *The Journal of Learning Sciences*, 2, 367-427.
- WISSENSCHAFTSRAT (1992): *Leitlinien zur Reform des Medizinstudiums*. Köln: Wissenschaftsrat.

Anschriften der Autoren:

Cornelia Gräsel, M.A., Prof. Dr. Heinz Mandl
 Ludwig-Maximilians-Universität, Institut für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, Leopoldstraße 13, 80802 München.
 Dr. Martin Fischer, Prof. Dr. Roland Gärtner
 Ludwig-Maximilians-Universität, Klinikum Innenstadt, Medizinische Klinik,
 Ziemssenstraße 1, 80336 München.